

Для экономии природного газа необходимо использовать материалы, имеющие низкий коэффициент теплопроводности – хромитопериклазовый термостойкий (ХПТ) огнеупор и муллитокремнеземистый огнеупорный войлок (МКРВ).

Также выполнен зональный расчет тепловой работы печи с целью определения длин зон:

- 1) сушка и подогрев шихты – 9,5 м;
- 2) восстановление сульфатов – 9 м
- 3) возгонка цинка – 13,5 м.
- 4) формирование клинкера – 7,5 м.

Общая длина печи составляет 39,5 м.

Полученные расчетным путем длины зон соответствуют литературным данным [2].

Результаты расчета показали, что при неизменном температурном режиме работы печи при замене огнеупорного (в зонах сушки и подогрева шихты, восстановления сульфатов, возгонки цинка) и теплоизоляционного слоев (во всех технологических зонах) экономия составит более 2 000 тыс. руб./год.

Список используемых источников

1. Процессы и аппараты цветной металлургии: учебник для вузов / С. С. Набойченко, Н. Г. Агеев, А. П. Дорошкевич, В. П. Жуков, Е. И. Елисеев, С. В. Карелов, А. Б. Лебедь, С. В. Мамяченков. Екатеринбург : УГТУ, 1997. 648 с.
2. Вельц-процесс/ П. А. Козлов. М. : Издательский дом «Руда и металлы», 2002. 176 с.

УДК 621.039

КОМБИНИРОВАННОЕ ПРОИЗВОДСТВО ТЕПЛОВОЙ И ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АТОМНОЙ СТАНЦИИ

COMBINED HEAT AND ELECTRICITY GENERATION WITH THE USE OF A NUCLEAR POWER PLANT

Попов С. А., Ташлыков О. Л.
Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург,
otashlykov@list.ru

Popov S. A., Tashlykov O. L.
Ural Federal University, Ekaterinburg

Аннотация: В работе обобщен отечественный и зарубежный опыт теплоснабжения от атомных станций (АС). Описаны преимущества комбинированного производства тепловой и электрической энергии. Приведены технологические, экономические и экологические предпосылки для развития теплоснабжения от АС.

Abstract: Russian and foreign experience with the heat supply from nuclear power plants is summarized. Advantages of the combined heat and electricity generation are described. Technological, ecological and economical preconditions are reported.

Ключевые слова: *теплоснабжение; атомная энергетика; атомная электростанция, комбинированное производство тепловой и электрической энергии; коэффициент полезного действия.*

Keywords: *heat supply, nuclear energy; nuclear power plant; combined heat and electricity generation; efficiency.*

Органическое и ядерное топливо являются исчерпаемыми природными ресурсами, поэтому всегда актуальными будут проблемы повышения эффективности их использования, как на основе совершенствования энергетического оборудования, так и создания новых высокоэффективных технологий производства тепловой и электрической энергии. Важным направлением повышения эффективности АС является их многоцелевое использование, например, путем комбинирования процесса производства электроэнергии и теплоты. Это позволяет повысить эффективность использования первичного топлива [1].

На Белоярской АЭС – четыре энергоблока: два с реакторами на тепловых нейтронах и два с реакторами на быстрых нейтронах.

Первый энергоблок мощностью 100 МВт с двухконтурной схемой был включен в энергосистему 26.04.1964 г., энергоблок № 2 мощностью 200 МВт с одноконтурной системой циркуляции – 29.12.1967 г. Блок № 3 мощностью 600 МВт с реактором на быстрых нейтронах включен в сеть 8.04.1980 г. Новый, 4-й энергоблок, с реактором БН-800 мощностью 880 МВт включен в сеть 10.12.2015 г. Все энергоблоки оборудованы теплофикационными установками (ТФУ) и снабжают теплом г. Заречный (рис. 1).

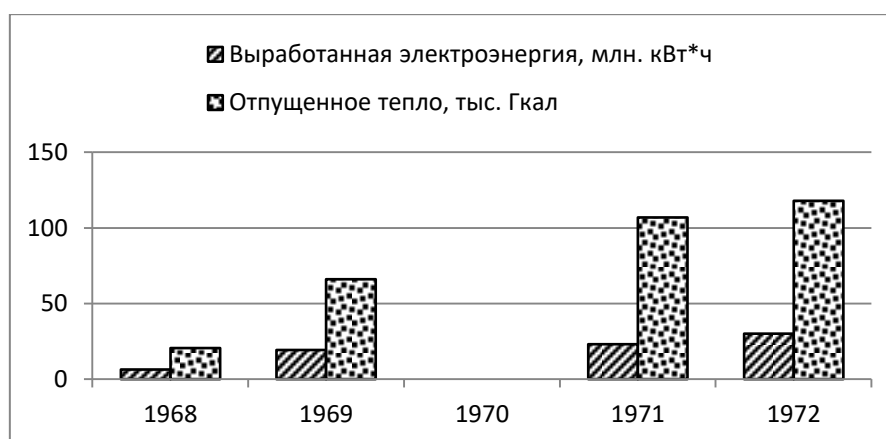


Рис. 1. График отпущенного тепла и выработанной электроэнергии на теплофикационном потреблении блоков № 1, 2 БАЭС в период с 1968–1972 гг.

Единственная в России атомная теплоэлектроцентраль – Билибинская АЭС расположена на северо-востоке России, за полярным кругом, в зоне вечной мерзлоты, на территории Чукотского автономного округа. На АЭС четыре однотипных энергоблока с реакторами ЭГП-6 с общей электрической мощностью 48 МВт при одновременном отпуске тепла из отборов турбоагрегатов 67 Гкал/ч. При снижении температуры воздуха до -50°C вырабатывается мощность 100 Гкал/ч (электрическая мощность снижается с 48 до 38 МВт). БиАЭС обеспечивает жизнедеятельность города Билибино, горнорудных и золотодобывающих предприятий района и снабжает теплом промышленный комплекс и жилой массив, являясь единственным источником тепловой энергии в городе (рис. 2).

Помимо России ряд европейских стран имеет опыт атомного теплоснабжения. Например, АЭС «Безнау» (Швейцария) осуществляет теплоснабжение близлежащих населенных пунктов. С 1980 г. АЭС «Гёсген» установленной электрической мощностью 970 МВт снабжает целлюлозно-бумажный комбинат паром температурой 220 °С. В результате использования АЭС для теплоснабжения удастся ежегодно экономить до 20 тыс. т жидкого топлива, и соответственно, исключается выброс вредных продуктов сгорания.

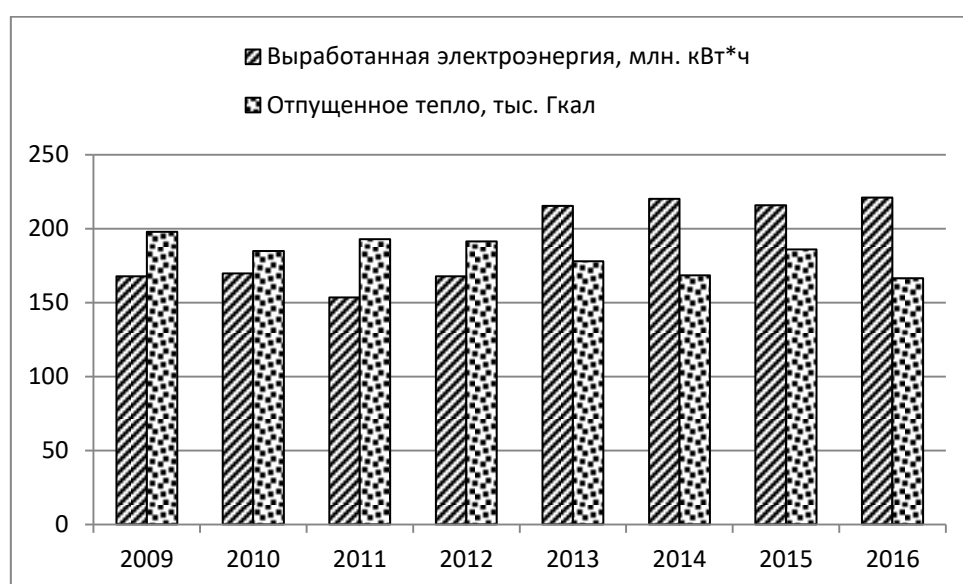


Рис. 2. График отпущенного тепла и выработанной электроэнергии на теплофикационном потреблении Билибинской АЭС в период 2009–2016 гг.

Атомная энергетика занимает доминирующее положение в производстве электрической энергии в Словакии. С декабря 1987 г. АЭС «Богунце» с реакторами ВВЭР-440 снабжает теплом г. Трнава (60 % от общего теплоснабжения). В 1997 г. были «запитаны» по теплу еще два города: Леополдов и Глоговец за счет строительства новых ответвлений тепловых сетей (протяженностью около 10–15 км) [2].

Ряд европейских стран, развивающих атомную энергетику, рассматривает проекты по организации теплоснабжения на базе АЭС, причем при удаленности до 100 км потребителей тепловой энергии. Такой вариант актуален благодаря преимуществам

теплоснабжения от АЭС: замещению органических видов топлива, сжигаемых на котельных и ТЭЦ, и, соответственно, снижению выбросов вредных веществ в атмосферу. На данный момент имеются технические, экономические и экологические предпосылки для организации дальнего теплоснабжения от АЭС крупных городов, например, г. Санкт-Петербург от Ленинградской АЭС-2.

В климатических условиях России надежное теплоснабжение играет важнейшую роль в создании комфортных условий проживания и освоении северных территорий. Комбинированное производство тепловой и электрической энергии позволяет решить эту проблему, а также является основой рационального использования энергоресурсов. АЭС имеют ряд технических, экономических и экологических преимуществ, определяющих их значительный потенциал в теплоснабжении крупных городов, в том числе на дальнее расстояние. В России и за рубежом имеется значительный положительный опыт использования АЭС для целей теплофикации.

Список использованных источников

1. Шлапаков В. И. Транспорт тепла от АЭС – требование времени, но сегодня – это дитя без няни // Новости теплоснабжения. 2011. № 2. С. 44–48
2. Пузаков В. С. Европейский опыт организации теплоснабжения от АЭС // Новости теплоснабжения. 2011. № 2. С. 49–56
3. Отчет об экологической безопасности по итогам 2016 года / Билибинская АЭС. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.rosenergoatom.ru> (дата обращения 13.11.2017).
4. Атомные электростанции с реакторами на быстрых нейтронах с натриевым теплоносителем: учебное пособие. В 2 ч. Ч. 1 / А. И. Бельтюков, А. И. Карпенко, С. А. Полуяктов, О. Л. Ташлыков, Г. П. Титов, А. М. Тучков, С. Е. Щеклеин; под общ. ред. С. Е. Щеклеина, О. Л. Ташлыкова. – Екатеринбург : УрФУ, 2013. 548 с.
5. Щеклеин С. Е., Ташлыков О. Л., Дубинин А. М. Повышение энергоэффективности АЭС // Известия высших учебных заведений. Ядерная энергетика. 2015. № 4. С. 15–25

УДК 620.9

ОПЫТ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ ОАО «РЖД»

EXPERIENCE OF ENERGY SAVING OF ОАО “RZD”